الكتاب الأول	**التطورات الرتيبة**
الوحدة 02	**التحولات النووية**
حلـول تمـارين الكتاب المدرسي	*GUEZOURI Aek – Lycée Maraval - Oran*

الجزء الأول (حسب الطبعة الجديدة للكتاب المدرسي المعتمدة من طرف المعهد الوطني للبحث في التربية)

التمرين 01

يُعطى نصف القطر التقريبي لأي نواة بالعلاقة $R = r_0\sqrt[3]{A}$ ، حيث r_0 هو ثابت بالنسبة لكل الأنوية وقيمته $r_0 = 1,3\ fm$

نصف قطر نواة النحـاس $R = 1,3\sqrt[3]{64} = 5,2\ fm = 5,2\times10^{-15}\,m$

إذا كان نصف قطر نواة هو $3,7\times10^{-15}$ m فإن قيمة العدد الكتلي هي $A = \left(\frac{R}{r_0}\right)^3 = \left(\frac{3,7}{1,3}\right)^3 = 23$

التمرين 02

• **وصف التجربة** :

وُضعت في التجربة داخل جفنة محصّنة مادة مشعة تُصدر الجسيمات α ، ثم وُجّهت نحو ورقة ذهب رقيقة جدا سمكها حوالي $0,6\ \mu$ m

ووُضع وراء ورقة الذهب شاشة مطلية بكبريت التوتياء ZnS ، بحيث إذا سقطت عليها الجسيمات α تبْرُق .

الملاحظة : جزء كبير من الجسيمات α تعبر ورقة الذهب وتسقط على الشاشة أفقيا وجزء صغير (حوالي 0,01%) تنحرف عن مسـارها عند ملاقاة ورقة الذهب .

استعملت مادة الذهب ، لأن بواسطة هذا المعدن يمكن صناعة صفائح رقيقة جدا على غرار باقي المعادن الأخرى . أما سبب وضع صفيحة رقيقة جدا هو حتى لا نترك التعقيب على نتيجة التجربة بفعل سمك الصفيحة .

• **النتيجة** : المادة فارغة تقريبا ، والذرة تحتوي على نواة موجبة .

• قيمة قطر نواة الذهب D = 2 R ، ولدينا : $R = 1,3\sqrt[3]{197} = 1,3\times5,82 = 7,56\ fm$ مع العلم أن ^{197}Au

ومنه قطر نواة الذهب هو $D = 2\times7,56 = 15,12\ fm$

لحساب نصف قطر ذرة الذهب ، نحسب أولا حجم الذرة والتي نعتبرها كرة نصف قطرها R' ، حيث $V = \frac{4}{3}\pi R'^3$ (1)

لدينا الكتلة الحجمية للذهب $\rho = 19,3\ g/cm^3$ ، ولدينا $V = \frac{m}{\rho} = \frac{197\times1,67\times10^{-24}}{19,3} = 1,7\times10^{-23}\,cm^3$

باستخراج R من العلاقة (1) والتعويض نجد $R' = \sqrt[3]{\left(\frac{3V}{4\pi}\right)} = \sqrt[3]{\frac{3\times1,7\times10^{-23}}{12,56}} = 1,6\times10^{-8} = 1,6\times10^{5}\ fm$

$D' = 1,6\times10^5\times2 = 3,2\times10^5$ fm ، $\frac{D'}{D}\approx 21164$

نلاحظ أن قطر ذرة الذهب أكبر بحوالي 21164 مرة من قطر نواة الذهب .

ملاحظة : رتبة هذا المقدار محققة في جميع الذرات .

التمرين 03

1 – يوجد ما لا يقل عن 17 نظير للبوتاسيوم ، من بينها 3 نظائر طبيعية فقط وهي ^{39}K و ^{40}K و ^{41}K .

نذكر 5 نظائر ، ولتكن : ^{39}K ، ^{40}K ، ^{41}K ، ^{34}K ، ^{46}K .

2 – النواة $^{40}_{20}X$ لا تمثّل نظيرا للبوتاسيوم ، لأن نواة البوتاسيوم هي $^{A}_{19}K$ ، حيث أن هاتين النواتين ليس لهما نفس قيمة Z .

GUEZOURI

3 – المقصود بالوفرة النظائرية هي النسبة المئوية لكل نظير . لتكن x_1 و x_2 هي النسب المئوية للنظيرين ^{39}K و ^{41}K على الترتيب

إذن نكتب : $M_K = 40{,}96 = 39 \times \frac{x_1}{100} + 41 \times \frac{x_2}{100}$

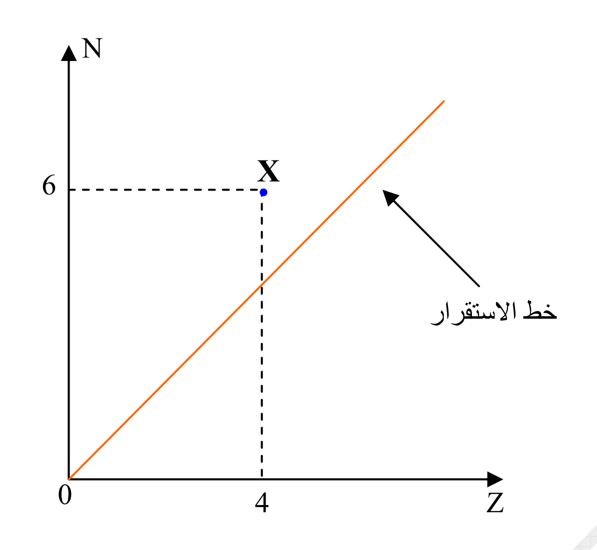
$$x_1 + x_2 = 100$$

$$\begin{cases} 40{,}96 = 0{,}39\, x_1 + 0{,}41\, x_2 \\ x_1 + x_2 = 100 \end{cases}$$

بحل هذه الجملة نجد $x_1 = 2\ \%$ و $x_2 = 98\ \%$ وهما وفرة النظيرين ^{39}K و ^{41}K على الترتيب .

التمرين 04

العنصر	He الهيليوم	Li الليثيوم	Be البريليوم	B البور	C الكربون
Z قيمة	2	3	4	5	6



1 - X نظير للبيريليوم لأن لهما نفس العدد Z .

2 – النواة X غير مستقرة لأنها بعيدة عن خط الاستقرار الذي يشمل الأنوية التي لها $Z < 20$.

3 - نمط التفكك الذي يحدث لها هو β^- .

4 - $^{10}_{4}Be \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{10}_{5}B$

التمرين 05

1 - $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

2 - $^{12}_{7}N \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{1}e$

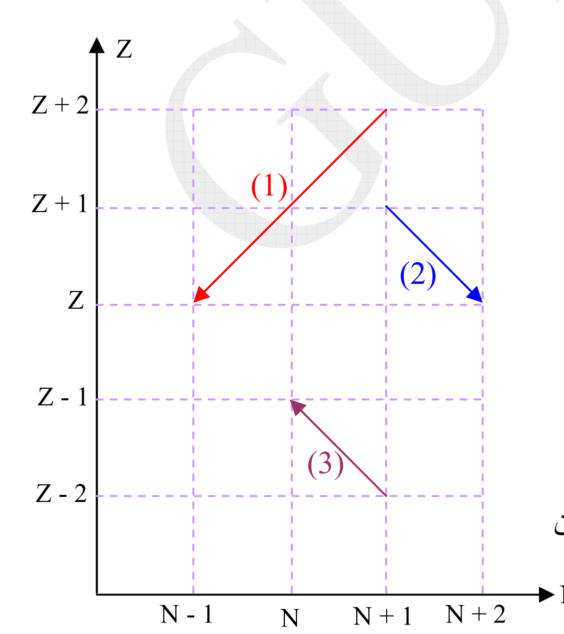
3 - $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

4 - $^{174}_{73}\mathrm{Ta} \rightarrow {}^{174}_{72}\mathrm{Hf} + {}^{0}_{1}\mathrm{e}$

5 - $^{213}_{84}\mathrm{Po} \rightarrow {}^{209}_{82}\mathrm{Pb} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$

6 - $^{174}_{72}\mathrm{Hf} \rightarrow {}^{170}_{70}\mathrm{Yb} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$

التمرين 06



– 1

النمط (1) هو α لأن عدد النوترونات نقص بـ 2 وعدد البروتونات نقص بـ 2 .

النمط (2) هو β^+ لأن عدد النوترونات ازداد بـ 1 وعدد البروتونات نقص بـ 1

النمط (3) هو β^- لأن عدد النوترونات نقص بـ 1 وعدد البروتونات ازداد بـ 1

2 - ميزة هذه الأنوية المستقرّة هي وجود توازن بين عدد بروتوناتها ونيوتروناتها ، أي الفرق ضئيل بين عدد بروتوناتها وعدد نوتروناتها ($^{23}_{12}\mathrm{Mg}$) ، وفي بعضها يكون عدد البروتونات يساوي عدد النوترونات ($^{40}_{20}\mathrm{Ca}$) .

GUEZOURI

- 3

نلاحظ في مخطط Segrè $N = f(Z)$ أن النظير $^{152}_{70}Yb$ يوجد أسفل وادي الاستقرار ، لهذا يتفكك حسب النمط β^+ لكي يعطي نواة إبن قريبة نسبيا من وادي الاستقرار $^{152}_{70}Yb \rightarrow ^{152}_{69}Tm + ^{0}_{1}e$

4 – النواة الإبن ($^{152}_{69}Tm$) مشعة لأنها بعيدة عن وادي الاستقرار ، يمكنها أن تفكك بالنمط β^+ ثم α .....

5 - يوجد $^{139}_{54}Xe$ و $^{98}_{38}Sr$ فوق وادي الاستقرار في مخطط Segrè $N = f(Z)$ ، لهذا تتفككان حسب النمط β^- .

التمرين 07

نقلنا البيان على الجدول .

زمن نصف العمر غير مطلوب في التمرين (إضافة فقط)

عـــائلة اليورانيوم		
العنصر	**زمن نصف العمر**	**نمط التفكك**
Uranium - 238	4,468 milliards d'années	α
Thorium - 234	24,10 jours	β-
Protactinium - 234	6,70 heures	β-
Uranium - 234	245 500 ans	α
Thorium - 230	75 380 ans	α
Radium - 226	1600 ans	α
Radon - 222	3,8235 jours	α
Polonium - 218	3,10 minutes	α
Plomb - 214	26,8 minutes	β-
Bismuth - 214	19,9 minutes	β-
Polonium - 214	164,3 microsecondes	α
Plomb - 210	22,3 ans	β-
Bismuth - 210	5,013 jours	β-
Polonium - 210	138,376 jours	α
Plomb - 206	مستقر	

ملاحظة :

البيزموت (^{214}Bi) يمكن أن يمر إلى التاليوم (^{210}Ti) بالتفكك α ثم إلى الرصاص (^{210}Pb) بواسطة التفكك β^-

1 – نمط الإشعاع موجود على الجدول .

2 – العناصر الناقصة في المخطط مكتوبة باللون الأحمر في الجدول .

3 – معادلتا تحوّل البيزموت (^{214}Bi)

$^{214}_{83}Bi \rightarrow ^{214}_{84}Po + ^{0}_{-1}e$ (تفكك β^-)

$^{214}_{83}Bi \rightarrow ^{210}_{81}Ti + ^{4}_{2}He$ (تفكك α)

4 – الرصاص ^{206}Pb ينتمي لوادي الاستقرار .